FEREDIT
Fondo editorial
Red de investigadores de la Transcomplejidad

DATOS INTELIGENTES

Cómo la IA potencia la investigación científica en clave transcompleja

María del Rosario Fernández de Silva

Datos Inteligentes: Cómo la IA potencia la investigación científica en clave transcompleja

María del Rosario Fernández de Silva

Colección: Transtecnología
Primera Edición, Noviembre, 2025
Depósito Legal: **AR2025000247**
ISBN: **978-980-456-044-6**

Reservados todos los derechos conforme a la ley
Se permite la reproducción total o parcial del libro, siempre que se indique expresamente la fuente

Libros@Red de Investigadores de la Transcomplejidad.
https://reditve.wordpress.com
Rif: J403566976
Portada: María Fernández de Silva
Revisión General: Dra. Crisálida Villegas

AUTORIDADES REDIT

Dra. Crisálida Villegas
Presidente
Dra. Nancy Schavino
Vicepresidente
Dra. Mary Stella
Directora de Administración
Dra. Alicia Uzcátegui
Secretaria

FEREDIT

Dra. Sandra Salazar
Directora

Comité Editorial

Dra. Betty Ruiz
Dra. Rosana Silva
Dra. Evelyn Ereú
Dra. Miozotis Silva
Dr. Arturo Dávila
Dr. Renné Pérez

ÍNDICE DE CONTENIDO

		pp.
	Presentación Umbral Epistémico	5
I	**El Poder oculto de los datos**	12
	La IA y los datos	20
II	**Curar datos, curar ciencia**	23
	La limpieza como acto científico	25
	IA como guardián contra el sesgo	27
	Curación como diálogo transdisciplinario	28
	Casos de estudio	30
	Cómo usar la IA en la investigación científica	37
III	**Visualizar para descubrir**	39
	Visualización y ciencia: una mirada transcompleja	41
	Más casos de estudio	42
	IA y visualización: retos éticos y epistemológicos	45
	El análisis de datos y la IA	47
	Conclusiones Ciencia en clave transcompleja	52
	Epilogo El manifiesto de los datos vivos	59
	Referencias	64

PRESENTACIÓN

"La ciencia no teme a la máquina: dialoga con esta. Y en ese diálogo descubre nuevas formas de ver el mundo"

En la inmensidad del océano de información, el investigador se encuentra a menudo en la encrucijada entre lo que conoce y lo que aún no puede ver. La Inteligencia Artificial ofrece una brújula poderosa, capaz de procesar vastas corrientes de datos y señalar un camino. Pero una brújula por sí sola no es suficiente para atravesar los vientos y las tormentas de la complejidad.

El libro es una invitación a tomar el timón. Juntos, exploraremos cómo la IA y el pensamiento transcomplejo, como visión de complementariedad, se basa en la transdisciplinariedad para comprender la complejidad de la realidad en su totalidad; se convierten en la sinergia perfecta.

Se descubrirá que el verdadero viaje no es solo recoger datos, sino cruzar ese umbral invisible donde la información se transforma en sabiduría, donde la tecnología y la mente humana colaboran para trazar mapas del conocimiento que nadie antes había imaginado.

Los datos están en todas partes. Respiran con los hombres, se mueven en cada transacción digital, laten en cada muestra de laboratorio y viajan por el aire en forma de señales invisibles. La ciencia, en su búsqueda incansable de verdad, siempre los ha tenido como materia prima, aunque no siempre se supo escuchar sus voces. Durante siglos, el reto no fue producir información, sino darle sentido. Hoy, ese desafío encuentra un aliado inesperado y

poderoso: la Inteligencia Artificial.

Este libro nace de una convicción clara: la IA no es un sustituto de la mente investigadora, sino su amplificador. Una lupa que no se cansa, un asistente que aprende, un compañero capaz de recorrer océanos de datos en segundos para traer a la orilla patrones, correlaciones y descubrimientos que antes permanecían ocultos.

Ahora bien, comprender este fenómeno exige más que una mirada técnica. Por ello, desde la perspectiva del pensamiento transcomplejo, la investigación científica no puede reducirse a la linealidad de variables aisladas; es un entramado de interacciones, incertidumbres y emergencias.

Esto porque los datos no solo hablan de moléculas, algoritmos o experimentos: también reflejan tensiones sociales, decisiones éticas y contextos culturales.

De este modo, la IA se integra como un mediador entre distintos niveles de realidad, capaz de cruzar fronteras disciplinares y abrir caminos

donde antes había compartimentos estancos.

Se inicia este interesante recorrido, explorando cómo los algoritmos ayudan a analizar datos con una precisión y velocidad que trasciende los límites humanos. Se abre la puerta al corazón del proceso científico: la curación de datos. Allí, la IA no solo limpia y organiza, sino que protege la esencia de la investigación contra errores, sesgos y trampas invisibles.

En este sentido, nos adentramos en la visualización: el arte de darle rostro al conocimiento, de transformar columnas frías de cifras en historias luminosas que la mente puede comprender y el mundo puede creer.

Este umbral epistémico es también una convocatoria a los investigadores a no temerle a la máquina, sino a dialogar con esta. A entender que la ciencia del siglo XXI no se escribe únicamente con hipótesis y ecuaciones, sino con modelos entrenados, algoritmos que aprenden y gráficos que revelan.

Al mismo tiempo, a reconocer que la complejidad del mundo no se reduce a ecuaciones: exige un pensamiento capaz de navegar entre disciplinas, integrar lo humano con lo tecnológico, lo local con lo global.

Esto, porque al final, la ciencia sigue siendo un acto profundamente humano. En tal sentido, la IA no reemplaza la curiosidad, no sustituye la duda, no inventa la pasión. Pero puede sostenerse cuando los datos parecen infinitos, puede guiar cuando la complejidad abruma y puede recordar que el conocimiento es, siempre, un viaje compartido.

Este viaje está planeado en tres estaciones. La primera, **El poder oculto de los datos**, es una invitación a explorar el poder transformador de la Inteligencia Artificial, no como un reemplazo de la mente humana, sino como un aliado incansable que ayuda a navegar la inmensidad de la información.

En la segunda, **Curar datos, curar ciencia,** se plantea ir más allá del concepto utilitario de la Inteligencia Artificial, a verla no solo como una

calculadora avanzada, sino como una guardiana de la integridad científica. Se explora cómo la IA se convierte en una herramienta crítica para purificar la información, validar los hallazgos y, en última instancia, devolverle a la ciencia la dignidad que merece. Este es un acto de cuidado, donde cada dato limpiado es un paso hacia un conocimiento más claro, justo y revelador.

En la tercera, **Visualizar para descubrir** en esta estación, juntos, exploraremos cómo la representación visual no es solo una forma de presentar información, sino un acto de descubrimiento en sí mismo, un puente que conecta la mente racional con la intuición. Porque es solo cuando vemos los datos cobrar vida, es que realmente se puede entender lo que dicen y darles el poder de narrar la historia de la humanidad.

El fin del viaje, **Ciencia en clave transcompleja.** Este libro no es un manual de respuestas, sino una invitación a formular nuevas preguntas. Los datos, ahora cuidados, limpios y

visualizados con sensibilidad, ya no son solo números; son las huellas que la humanidad ha dejado en el tiempo. Son las historias de quiénes fuimos, un espejo que muestra quiénes somos y un mapa que guía hacia lo que podemos llegar a ser.

El verdadero viaje de la investigación es un acto de amor, un diálogo infinito entre el ser humano y el conocimiento. Y ahora, con la brújula y el timón en sus manos, está listo para zarpar y narrar la historia de un mundo que, hasta ahora, solo espera ser descubierto.

I.EL PODER OCULTO DE LOS DATOS

“Los datos no gritan su verdad: susurran. La misión del investigador es aprender a escucharlos”

Bienvenidos a un viaje donde lo invisible se hace visible. En la era del conocimiento, nos encontramos frente una paradoja fascinante: nunca se tuvo acceso a tanta información y, sin embargo, nunca fue tan complejo comprenderla. Los datos rodean, a veces como un torrente caótico, otras como murmullos dispersos que parecen no tener sentido. Pero ¿qué pasaría si tuviéramos una herramienta para escuchar esos susurros?

Juntos, descubriremos cómo la IA puede revelar patrones, correlaciones y narrativas que antes estaban ocultas. Más que una simple operación técnica, este es un acto de diálogo entre la máquina y la curiosidad humana, un primer paso para darle voz a los datos y desvelar los secretos que guardan para la investigación.

Los datos están allí, esperando, a veces en forma de números dispersos en hojas de cálculo, otras como señales capturadas por telescopios o como millones de registros médicos que narran silenciosamente la historia de la humanidad frente a la enfermedad. El investigador los contempla y, en ocasiones, se siente desbordado. La paradoja es clara: nunca tuvimos tanta información disponible y, sin embargo, nunca fue tan difícil comprenderla.

Aquí aparece la Inteligencia Artificial (IA), como un motor silencioso que no se agota al recorrer miles de archivos, un analista incansable que detecta patrones invisibles al ojo humano. Con algoritmos de Aprendizaje Automático, una rama de la IA que

permite que las máquinas aprendan de los datos y mejoren su rendimiento en tareas específicas sin ser programadas de manera explícita.

Igualmente, Aprendizaje Profundo, subárea avanzada del Aprendizaje Automático, que utiliza redes neuronales profundas para procesar grandes volúmenes de datos y detectar patrones complejos, por lo tanto, la IA se ha convertido en un aliado que expande la mirada del científico. Donde antes se veían ruido, hoy emergen correlaciones. A su vez, donde parecía haber caos, aparecen estructuras.

En tal sentido, imaginemos, por ejemplo, el trabajo de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) es el mayor laboratorio de física de partículas del mundo, famoso por su Gran Colisionador de Hadrones (LHC). Miles de millones de colisiones de partículas generaban cantidades absurdas de datos, de esta forma; analizar esa magnitud de información habría sido imposible con los métodos tradicionales.

Por ello, fue el uso de modelos automatizados

lo que permitió filtrar lo irrelevante y detectar, en medio de la maraña, esa partícula esquiva que confirmaba teorías fundamentales de la física. Siendo así, la IA en este caso no fue una moda, sino un requisito para avanzar. Desde esta perspectiva, Turing (1950) planteaba que “la pregunta central no era si las máquinas podían pensar, sino si podían imitar procesos humanos de razonamiento” (p.20).

Por consiguiente, a partir de una mirada transcompleja, lo relevante aquí no es solo la capacidad técnica de la máquina, sino la relación que establece con lo humano. En este orden de ideas, la IA, aplicada al análisis de datos científicos, no sustituye al investigador, sino que dialoga con su mirada.

Por ello, al pensar en datos científicos, su aporte trasciende lo matemático, por cuanto; ellos abrieron la puerta a un modelo donde la inteligencia ya no estaba atada exclusivamente al cerebro humano, sino a sistemas capaces de aprender y procesar. Esto, leído desde la transcomplejidad,

muestra un quiebre epistemológico: lo inteligente ya no es un dominio exclusivo del humano, sino un fenómeno distribuido.

A su vez, Hinton, Bengio y LeCun (2015) considerados los “padres del aprendizaje profundo, mostraron cómo las redes neuronales podían analizar patrones complejos, desde imágenes médicas hasta secuencias genómicas” (p.20). De ahí que, su trabajo revela que el conocimiento científico no se construye ya en una sola disciplina.

De tal forma que, la IA requiere de matemática, biología, neurociencia y ética. En este marco de ideas, la transcomplejidad aquí es evidente: los datos médicos no son solo números, son vidas humanas que exigen responsabilidad.

En el mismo sentido, Russell y Peter (2010) definieron “la IA como sistemas que actúan racionalmente para lograr objetivos” (p.30). Aplicada a la ciencia de datos, esta definición es poderosa pero limitada, en tal sentido, la transcomplejidad recuerda que lo racional no es suficiente: un modelo

puede ser racional en su cálculo y, sin embargo, injusto o sesgado en su impacto.

Morin (1990), creador del pensamiento complejo, sostiene que “el conocimiento debe integrar, no fragmentar” (p.10). Por lo que, su aporte es clave para el análisis de datos en la ciencia: cada conjunto de datos encierra múltiples dimensiones que no pueden separarse sin empobrecer la verdad.

De este modo, la inteligencia artificial actúa como un instrumento para tejer esas dimensiones, siempre que el investigador asuma una mirada transcompleja. Desde esta perspectiva, analizar datos en la investigación científica ya no es solo procesar cifras, es entablar un diálogo con la complejidad.

Aquí entra en juego el pensamiento transcomplejo, que muestra que un dato no existe aislado, por cuanto, cada registro está atravesado por relaciones invisibles: contextos sociales, condiciones culturales, decisiones políticas, realidades económicas. En este sentido, analizar

con IA sin reconocer esta urdimbre sería caer en el error de reducir la ciencia a un simple cálculo mecánico.

Situados en la educación pública, un algoritmo que procesa registros académicos puede descubrir tendencias en el rendimiento estudiantil, identificar factores de riesgo de deserción o predecir futuras necesidades de recursos educativos.

Sin embargo, desde una mirada transcompleja, esos números no hablan solo de estudiantes con bajo desempeño: hablan de sistemas educativos saturados, de desigualdades en el acceso a recursos de calidad, de poblaciones enteras que quedaron fuera del análisis, por lo que, el dato es técnico, pero su raíz es humana.

Por esta razón, la IA se convierte en un puente, que conecta lo cuantitativo con lo cualitativo. Aquí está la fuerza del pensamiento transcomplejo, plantea reconocer que el análisis de datos no puede ser una operación aislada, sino un proceso que integra disciplinas, realidades y significados. Desde

esta perspectiva, se podría pensar que la IA "descubre", pero sería más exacto decir que revela lo que ya estaba allí, oculto en capas de información que antes eran inaccesibles.

Cabe considerar que, un arqueólogo digital, excava en los estratos de los datos hasta encontrar las piezas que dan coherencia a una hipótesis científica. Por supuesto, este poder traer consigo desafíos. ¿Cómo asegurar que los algoritmos no perpetúen sesgos ocultos? ¿Cómo garantizar que el análisis automatizado respete la ética y no sacrifique la dignidad de las personas detrás de los datos?

Visto de esta forma, la mirada transcompleja actúa como brújula: recuerda que la ciencia no es un juego de números, sino un ejercicio de responsabilidad humana. El análisis de datos a través de la inteligencia artificial representa más que un avance técnico, es un verdadero salto epistemológico.

La investigación científica del siglo XXI necesita tanto de la precisión de las máquinas para calcular,

como de la capacidad humana para integrar. En el silencio de los datos yace un mundo por descubrir y la IA, guiada por la sensibilidad y el pensamiento transcomplejo, ofrece una forma de escuchar cada una de sus voces.

La IA y los datos

El análisis de datos en educación es cada vez más complejo, no solo por la cantidad sino también por la diversidad de fuentes: registros administrativos, plataformas digitales y encuestas de estudiantes. En este escenario, la inteligencia artificial (IA) permite procesar e interpretar patrones que, de otro modo, quedarían ocultos.

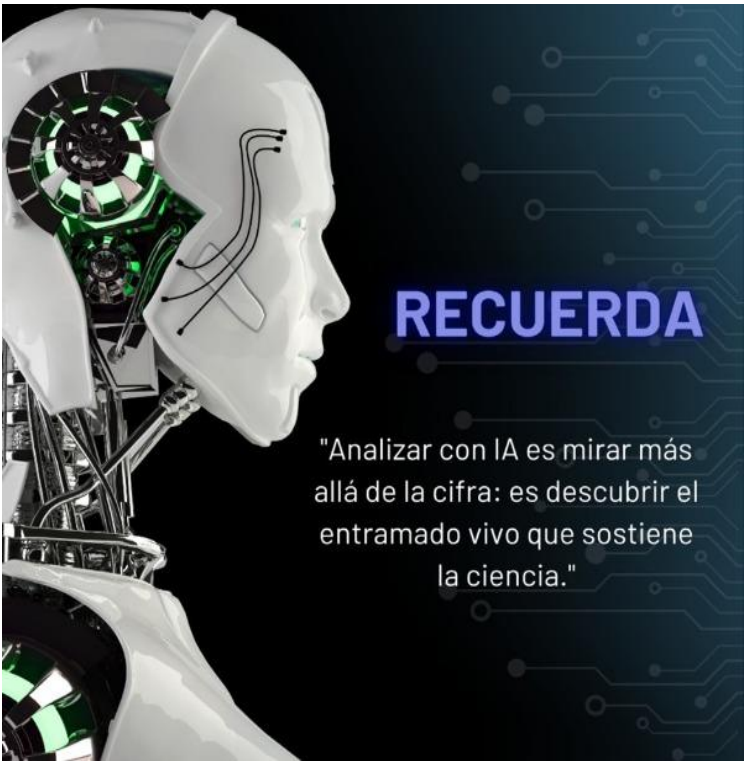
Por ejemplo, Wise y Cui (2018) mostraron que "el verdadero valor en los foros de aprendizaje en línea no radica en la cantidad de mensajes, sino en la calidad y en cómo los aportes se vinculan al contenido del curso" (p.55).

De forma similar, Kizilcec, Piech y Schneider (2013) evidenciaron que "los patrones de

participación diferenciaban subgrupos de estudiantes en cursos masivos (MOOC) lo que permitió a los investigadores anticipar niveles de compromiso y riesgo de abandono".(p.20).

Estos casos son ilustrativos para la investigación educativa: la IA facilita identificar tendencias de interacción, pero corresponde al investigador interpretar cómo estas dinámicas inciden en el aprendizaje y, sobre todo, diseñar intervenciones pedagógicas basadas en esos hallazgos.

De esta forma, los datos no se reducen a cifras, se convierten en narrativas que explican trayectorias educativas. Aquí la IA funciona como un mediador: organiza, detecta y clasifica, mientras el investigador aporta el juicio crítico y ético que transforma información en conocimiento.


RECUERDA
"Analizar con IA es mirar más allá de la cifra: es descubrir el entramado vivo que sostiene la ciencia."

II.CURAR DATOS, CURAR CIENCIA

"Un dato sin curar es como un río contaminado: fluye, pero no alimenta la vida"

Un dato sin curar es como un río contaminado: fluye, sí, pero no alimenta la vida. Quien investiga lo sabe, la calidad de los datos define la calidad de las conclusiones. En palabras simples, un experimento mal diseñado o una base de datos con errores puede arruinar años de investigación. Sin embargo, en la era digital los datos llegan en avalanchas: duplicados, incompletos, sesgados.

De esta forma, el investigador se enfrenta a una paradoja cruel: nunca tuvo tanta información disponible y nunca fue tan complejo distinguir lo valioso de lo irrelevante. De este modo entra la IA con algoritmos de detección de anomalías, técnicas de data cleaning (limpieza de datos) y sistemas de validación automática, la cual no solo ordena, sino que cura. Corrige incoherencias, rellena vacíos con estimaciones fiables, detecta patrones sospechosos que podrían distorsionar los resultados.

Pero reducir esta labor a un proceso técnico sería empobrecerla. La curación de datos vista desde el pensamiento transcomplejo, no es solo limpieza: es también sanación epistemológica y ética. Se trata de restaurar la integridad de la información, de asegurar que los datos representen fielmente la realidad que pretenden describir.

Es un acto de responsabilidad que obliga a cuestionar la procedencia y los sesgos de la información, garantizando que el conocimiento que se construya sea fundamentado y digno de

confianza. De esta manera, la IA se convierte en una herramienta para dignificar el dato, transformándolo de una simple cifra a una representación más veraz y completa del mundo.

La limpieza como acto científico

Thomas Redman (1996), conocido como "el padre de la calidad de datos", afirmaba que esta "debe ser gestionada como un activo organizacional" (p.40). En investigación científica, esto significa reconocer que un dato no es un número suelto: es capital cognitivo.

Por lo tanto, gestionarlo bien equivale a garantizar que los hallazgos tengan valor, credibilidad y permanencia. Por ello, desde una mirada transcompleja vigilar los datos es cuidar el tejido mismo del conocimiento. A su vez, O'Keefe y O Brien (2018) recuerdan que "limpiar y organizar datos es también una responsabilidad ética: cada registro implica personas, comunidades, ecosistemas" (p.60).

En este sentido, un investigador que depura

datos de salud, por ejemplo, no solo ordena cifras, sino que protege la dignidad de quienes están detrás de estas. El pensamiento transcomplejo invita a mirar más allá de la "variable": ¿Qué vidas, qué realidades, qué contextos representa ese número?

De la misma manera, Kitchin y Lauriault (2014) plantean que "el volumen y velocidad de los datos actuales exigen nuevos marcos para garantizar su validez, integridad y representatividad". (p.50). La IA aparece como una herramienta indispensable, pero no suficiente.

De tal manera que, el pensamiento transcomplejo recuerda que incluso los algoritmos deben ser revisados críticamente: un modelo puede limpiar una base de datos, pero si el sesgo ya está en la raíz de la recolección, la limpieza no resuelve el problema, solo lo maquilla.

Por lo tanto, el uso ético y responsable de la inteligencia artificial exige una mirada más profunda que reconozca los contextos sociales, históricos y culturales que dan forma a los datos. Solo a través

de esta simbiosis entre la capacidad técnica de la IA y la conciencia crítica del pensamiento transcomplejo se puede construir conocimiento que sea no solo preciso, sino del mismo modo, equitativo.

IA como guardián contra el sesgo

Uno de los riesgos más peligrosos en la investigación científica es el sesgo invisible, como lo plantea O'Neil (2016) quien advierte que "los algoritmos mal entrenados amplifican desigualdades en lugar de corregirlas" (p.10). En efecto, cuando la IA se usa en curación de datos, su misión no puede limitarse a la corrección mecánica. Desde la mirada transcompleja, el investigador debe preguntarse: ¿Qué poblaciones quedan invisibilizadas? ¿Qué voces se pierden en el filtro? Curar datos es, en cierto modo, hacer justicia epistémica.

Asimismo, Benjamín (2019) "muestra cómo los sesgos sociales y raciales se infiltran en los sistemas algorítmicos" (p.20). De esta forma, en un estudio

biomédico, por ejemplo, si la muestra está desbalanceada hacia un grupo étnico, la IA puede depurar registros, pero no corregirá esa exclusión inicial.

Por lo que, la transcomplejidad plantea que el científico debe mirar más allá de un simple conjunto de datos o "dataset". Un dataset es solo una tabla con filas y columnas, pero la información que contiene está profundamente entrelazada con la sociedad. Es decir, los datos no son neutrales; reflejan realidades humanas, contextos sociales y sesgos que deben ser analizados para comprender su verdadero significado.

Curación como diálogo transdisciplinario

La curación de datos no es una tarea exclusiva de los especialistas en estadística. En el contexto académico, requiere de un diálogo transdisciplinario que permita construir conocimiento de manera integral. Desde esta perspectiva, Morin (1990) advertía que “el conocimiento fragmentado produce ceguera” (p.29).

En efecto, la organización de un dataset educativo; por ejemplo, sobre rendimiento estudiantil, no solo necesita del trabajo de pedagogos que comprendan los procesos de aprendizaje, sino de informáticos que estructuren la base, de sociólogos que analicen los factores sociales asociados y de filósofos que orienten la reflexión ética sobre el uso de la información.

En este marco, la inteligencia artificial puede funcionar como herramienta integradora, siempre que el investigador asuma una postura transcompleja que articule y valore la diversidad de saberes. Cabe destacar a Haraway (1988), con su concepto de "conocimientos situados, subrayaba que todo dato nace desde una perspectiva concreta y limitada" (p.78).

Efectivamente, la curación de datos, entonces, no solo elimina errores: también revela la parcialidad. Una base limpia no equivale a una base neutral. El reto transcomplejo es aceptar esa parcialidad y

trabajar con esta de forma crítica.

Casos de estudios

Rendimiento académico. La IA se utiliza para depurar bases de datos masivas sobre desempeño estudiantil, eliminando duplicaciones, registros incompletos o inconsistencias entre instituciones. De esta manera, los investigadores pueden trabajar con información sólida para analizar trayectorias escolares y factores asociados al éxito o al abandono.

Como advierte Siemens (2013) “los datos educativos son fragmentados, dispersos y frecuentemente inconsistentes” (p.45). De este modo, la Inteligencia Artificial se convierte en clave para armonizar estos registros y darles coherencia. Para la curación con IA, algoritmos de machine learning detectan patrones de error en calificaciones, corrigen incongruencias en reportes de asistencia y unifican formatos entre sistemas distintos.

Visión transcompleja, cada dato académico no

es solo un número, sino la representación de un estudiante en un contexto social y cultural. Una base limpia requiere también preguntarse: ¿A quién representan esos datos? ¿Qué voces quedan fuera, por ejemplo, en escuelas rurales o con acceso limitado a tecnología?

Otro caso: **Clima escolar y convivencia**. Al integrar encuestas de bienestar, reportes de disciplina y observaciones docentes, la IA ayuda a corregir inconsistencias y vacíos. Sin embargo, el pensamiento transcomplejo recuerda que la vida escolar no es solo comportamiento medido en tablas, es también relaciones humanas, emociones, dinámicas de inclusión y exclusión.

Como señalan Johnson y Turner (2019) “los datos de clima escolar provienen de fuentes heterogéneas y requieren métodos robustos de integración” (p.32). Estos autores subrayan que el clima escolar; entendido como el conjunto de percepciones, relaciones y dinámicas que se viven en una institución educativa, no se puede medir con

una sola fuente de información.

Sus datos provienen de encuestas a estudiantes, observaciones de docentes, reportes de disciplina, entrevistas con familias, e incluso registros administrativos. Esta heterogeneidad hace que los datos no sean homogéneos ni comparables de forma directa.

Por eso, los autores destacan la necesidad de aplicar métodos robustos de integración, es decir, técnicas que permitan limpiar, unificar y cruzar esos datos para que reflejen de manera más fiel la complejidad de la vida escolar. Sin esa integración rigurosa, el análisis del clima puede quedar sesgado, incompleto o fragmentado.

Para la curación con IA, algoritmos de análisis semántico pueden depurar respuestas abiertas en encuestas, identificar duplicaciones en reportes y estandarizar categorías de convivencia.

Visión transcompleja, los datos de convivencia no son neutros. Detrás de estos están las experiencias de estudiantes que viven

discriminación, acoso o resiliencia. Curar bases en este ámbito exige reconocer que cada registro refleja dimensiones éticas y emocionales del aprendizaje.

Último caso: **Evaluación de programas educativos**. Millones de datos se generan en evaluaciones estandarizadas y programas de formación docente. Sin embargo, la falta de limpieza de esos datos, errores de captura, registros incompletos, diferencias entre regiones, dificulta generar conclusiones válidas. De acuerdo con Cooper (2020) “las evaluaciones educativas suelen estar plagadas de omisiones y datos mal estructurados” (p.60).

Esta cita resalta una limitación frecuente en la investigación educativa, los datos de evaluaciones no siempre son completos ni consistentes. Las omisiones pueden deberse a estudiantes que no contestan ciertas preguntas, a escuelas que no envían todos los registros o a errores en la captura de información.

A su vez, los datos mal estructurados dificultan los análisis comparativos, porque no siguen un mismo formato o presentan inconsistencias entre regiones, años o instrumentos de medición. Por lo que, el autor advierte que antes de interpretar resultados, es necesario un proceso de curación y organización de los datos para asegurar que las conclusiones sean válidas y representativas.

Para la curación con IA, técnicas de natural language processing (NLP) permiten depurar respuestas abiertas, detectar incongruencias en registros regionales y homogenizar bases heterogéneas.

Visión transcompleja, una base de evaluaciones no es solo un conjunto de puntajes, sino la voz de comunidades enteras. Si solo se incluyen escuelas urbanas, se invisibiliza la diversidad cultural y pedagógica de contextos rurales o indígenas.

En consecuencia, los ejemplos de rendimiento académico, clima escolar y evaluación educativa recuerdan algo crucial: curar datos es más que

depurar registros. Es garantizar que la investigación se construya sobre cimientos sólidos, éticos y representativos. Por lo tanto, en el rendimiento académico, la IA limpia registros para entender mejor el aprendizaje, pero la transcomplejidad mira también la equidad y el acceso.

En el clima escolar, la IA armoniza encuestas y reportes, pero la transcomplejidad señala que un indicador de "conflicto" no es solo un número, es una historia vivida por estudiantes. En las evaluaciones, la IA corrige datos mal estructurados, pero el pensamiento transcomplejo advierte que un "dato ausente" puede significar una escuela no contada, una comunidad sin voz.

En otras palabras: curar datos con IA no es solo una labor técnica, sino una forma de cuidar el conocimiento y hacerlo más humano, justo y consciente de la complejidad educativa. Por esta razón, no es un lujo, es una obligación científica.

De tal modo que, es el proceso silencioso que sostiene la credibilidad de cada descubrimiento.

Pero, al mismo tiempo, es un acto profundamente humano: cuidar lo que se investiga, respetar a quienes están detrás de los números y reconocer que la ciencia ocurre en un mundo lleno de tensiones, sesgos e incertidumbres.

Por esta razón, la Inteligencia Artificial, usada con responsabilidad, puede ser la gran aliada de este proceso, por cuanto, detecta errores, armoniza formatos, reduce cargas de trabajo. Sin embargo, la visión transcompleja recuerda que la ciencia no se construye solo con algoritmos, sino con conciencia crítica. Curar datos, en definitiva, es curar la ciencia de sus cegueras, de sus fragmentaciones y de su tentación reduccionista.

Cómo usar la IA en la investigación científica

El acto de curar datos en educación va más allá de una operación técnica: es una tarea epistemológica y ética. La experiencia demuestra que los registros escolares contienen vacíos, duplicaciones o errores sistemáticos que, si no se corrigen, distorsionan la realidad.

En este sentido, Little y Rubin (2019) ofrecen “un marco riguroso para manejar datos faltantes, distinguiendo entre ausencias aleatorias o sistemáticas, y proponen estrategias de imputación válidas” (p.209).

A su vez, Van Buuren (2018) “aporta métodos prácticos de imputación múltiple que permiten a los investigadores reconstruir bases incompletas sin perder representatividad” (p.44). En la práctica, estos enfoques se aplican en grandes bases de asistencia y rendimiento académico, donde la IA puede automatizar procesos de imputación y reducir errores humanos.

Una aplicación concreta se encuentra en Allensworth y Easton (2007) quienes desarrollaron “indicadores tempranos de abandono escolar a partir de registros de secundaria” (p.90). Sus hallazgos mostraron que con datos de primer año ya era posible anticipar qué estudiantes corrían mayor riesgo de no graduarse.

Más tarde, Bowers, Sprott y Taff (2013)

confirmaron esta idea “al revisar predictores de deserción en secundaria” (p.43). Ambos estudios evidencian que los datos curados permiten diseñar políticas educativas más justas y focalizadas.

En este sentido, la IA no solo limpia datos, abre la posibilidad de construir indicadores confiables que guíen decisiones pedagógicas y políticas, siempre bajo una mirada crítica que cuestione a quién representan esos datos y a quién dejan fuera.

III. VISUALIZAR LOS DATOS PARA DESCUBRIR

"El instante en que los datos se transforman en imágenes es el momento en que la ciencia empieza a narrar su historia"

Imaginen un universo de números, estadísticas y variables; un mundo abstracto y denso que, sin un faro, es imposible de navegar. Ahora, que cada uno de esos puntos de datos es una pieza de una historia, esperando ser contada. ¿Qué pasaría si tuviéramos la capacidad de darles forma, color y movimiento?

Este capítulo es un llamado a presenciar la magia de la visualización de datos. Dejaremos atrás el mundo de las tablas y las fórmulas para adentrarnos en un espacio donde el arte y la ciencia se encuentran.

Hay un momento mágico en toda investigación, cuando los datos dejan de ser columnas grises y se transforman en formas, colores y patrones que cuentan una historia. De esta forma, un gráfico bien construido puede revelar en segundos lo que cientos de páginas de tablas no logran comunicar.

Si, además, la Inteligencia Artificial entra en escena, la visualización deja de ser un recurso estético para convertirse en un método de descubrimiento científico. En este capítulo, exploraremos cómo la inteligencia artificial (IA) potencia la visualización, no solo para comunicar resultados, sino para hallar lo que aún no sabíamos que estaba allí.

Desde mapas de calor que anticipan pandemias, hasta modelos tridimensionales de

proteínas que revolucionan la biología, la visualización es, cada vez más, un acto de ciencia.

Visualización y ciencia: una mirada transcompleja

La visualización no es un adorno, es una forma de pensar, al respecto Tufte (1997) sostiene que “los gráficos bien diseñados son instrumentos de razonamiento, no de decoración” (p.70). Desde una mirada transcompleja, visualizar significa integrar dimensiones heterogéneas (biológicas, sociales, ambientales) en un solo lenguaje visual. La IA ayuda a procesar la complejidad, pero es el investigador quien debe leer esas imágenes con sensibilidad y pensamiento crítico.

En este marco de ideas, Rosling (2010) demostró “cómo los datos visualizados pueden cambiar narrativas globales” (p.23). Sus gráficos animados mostraron que la pobreza, la salud y la educación evolucionaban de formas más positivas de lo que el imaginario colectivo creía. Por lo que, el ejemplo muestra que visualizar datos es también un

acto político y cultural.

No se trata solo de mostrar tendencias, se trata de contar historias que cuestionan prejuicios y abren diálogos. La transcomplejidad aquí se expresa en reconocer que un gráfico no solo informa, también interpreta el mundo. A su vez, Cleveland y McGill (1984) en su estudio pionero sobre percepción gráfica, “mostraron que los humanos interpretamos mejor ciertas formas visuales (líneas, barras, posiciones) que otras” (p.209).

De esta forma, la IA aprovecha este principio creando visualizaciones interactivas y adaptativas que responden a la capacidad perceptiva del usuario. A su vez, la transcomplejidad recuerda que visualizar no es solo “mostrar datos”, sino diseñar interfaces cognitivas que permitan comprender fenómenos complejos.

Más casos de estudio

1.Educación y ChatGPT en redacción académica. Kasneci et al (2023) han descrito que “Estudiantes universitarios han comenzado a usar IA

como ChatGPT para organizar ideas y redactar borradores" (p.77). Lo que antes era un obstáculo, dar forma a un ensayo complejo; ahora puede visualizarse como un mapa conceptual dinámico que muestra conexiones entre temas.

Conexión con la curación. El potencial de estas herramientas depende de bases de datos educativas confiables y bien estructuradas (libros, artículos, materiales revisados).

Pensamiento transcomplejo. Es una ayuda epistémica. Abre debates sobre autoría, plagio, propiedad intelectual y la democratización del acceso a la escritura académica.

2. Educación digital y el mapa de aprendizaje en línea durante la pandemia. Hodges et al (2020) explica que "Durante la pandemia, millones de estudiantes dependieron de plataformas digitales como Google Classroom o Moodle" (p.67). Estas herramientas no solo mostraban tareas y notas que permitían visualizar de forma interactiva la asistencia, avance y desempeño

de los estudiantes en tiempo real.

Conexión con IA. Algoritmos de predicción y analítica de datos ayudaban a docentes a identificar estudiantes en riesgo de abandono, gracias a reportes automáticos.

Pensamiento transcomplejo. Pero no era solo un tema educativo, el acceso desigual a internet y a los dispositivos conectaba la educación con la política pública, la economía familiar y la brecha social, revelando que el éxito o fracaso académico no dependía únicamente del talento o el esfuerzo individual, sino de un entramado complejo de factores invisibles para el algoritmo. Así, la IA identificaba el "qué" (quiénes estaban en riesgo), pero también revelaba el "porqué", invitando a soluciones que fueran más allá del aula.

3.Matemáticas y plataformas de visualización dinámica. Roschelle et al (2006) describen que “Con el uso de software como GeoGebra los estudiantes pueden experimentar en tiempo real con gráficas y funciones” (p.450). Lo que

antes era abstracto en el papel; como el efecto de cambiar un parámetro en una parábola, ahora se vuelve visible e interactivo, facilitando la comprensión conceptual.

Conexión con la curación. Estas plataformas funcionan gracias a repositorios bien estructurados de ejercicios y materiales compartidos por docentes en comunidades educativas abiertas.

Pensamiento transcomplejo. Más allá del cálculo, estos recursos generan debates sobre el acceso a tecnología, la equidad digital y cómo la educación de las matemáticas conecta con habilidades críticas para la ciudadanía en la era de la información.

IA y visualización: retos éticos y epistemológicos

Visualizar con inteligencia artificial (IA) abre oportunidades, pero también riesgos. Al respecto, Cathy O'Neil (2016) advertía que "los modelos opacos pueden generar visualizaciones que parecen neutrales, pero en realidad esconden sesgos" (p.2). Una curva bien trazada puede dar autoridad

científica a una interpretación equivocada.

Por lo tanto, la clave es reconocer que la visualización nunca es inocente: implica elecciones sobre qué mostrar, qué ocultar y cómo narrarlo. Por lo tanto, visualizar con IA no es solo transformar datos en imágenes, es hacer visible la complejidad oculta, revelar patrones que antes permanecían invisibles y construir narrativas que atraviesan disciplinas.

En efecto, el pensamiento transcomplejo recuerda que una visualización educativa es más que estética, es un espacio donde confluyen saberes, culturas y éticas. En tal sentido, un tablero de avance en línea habla de pedagogía y de brecha digital.

A su vez, una gráfica dinámica de funciones habla de matemáticas y de equidad en el acceso a la tecnología. Del mismo modo, un borrador académico generado con IA habla de escritura y de responsabilidad ética en la formación universitaria.

En definitiva, visualizar es descubrir y asumir la

responsabilidad de interpretar lo que el dato revela. La IA proporciona herramientas sin precedentes para este viaje, pero es el investigador, con su mirada crítica y transcompleja, quien decide cómo narrar el mundo que esos datos muestran.

La IA en el análisis de datos

La visualización de datos no es un accesorio estético, es un acto cognitivo que permite al investigador narrar la complejidad. Cuando se incorporan técnicas de IA, los gráficos se convierten en herramientas dinámicas que revelan patrones invisibles.

Schwendimann et al (2017) realizaron “una revisión sistemática de tableros de aprendizaje y concluyeron que son más efectivos cuando permiten a los docentes y estudiantes ver de un vistazo trayectorias de desempeño y áreas de mejora” (p.443). Estos autores revisaron de forma sistemática la literatura sobre tableros de aprendizaje y concluyeron que su utilidad radica en la capacidad de ofrecer información comprensible de

un solo vistazo.

En lugar de presentar datos dispersos, los tableros efectivos permiten identificar trayectorias de desempeño, cómo avanza el estudiante en el tiempo y áreas específicas que requieren refuerzo. En términos prácticos, esto significa que no solo muestra la calificación final, sino también el camino recorrido, lo cual facilita a docentes y estudiantes tomar decisiones pedagógicas más oportunas.

De manera complementaria, Verbert et al (2014) mostraron que “los tableros de analítica deben diseñarse desde preguntas pedagógicas claras, evitando la tentación de sobrecargar al usuario con datos irrelevantes” (p.50). Este equipo de investigadores advirtió que la construcción de tableros no debe guiarse únicamente por la abundancia de datos, sino por preguntas pedagógicas claras.

Un tablero recargado con información irrelevante puede confundir en lugar de ayudar. Por ello, recomiendan diseñarlos con foco en las

necesidades del aprendizaje: ¿Qué es importante visualizar para mejorar la docencia y el aprendizaje? De esta manera, se evita el riesgo de convertirlos en herramientas meramente técnicas sin impacto pedagógico.

Al mismo tiempo, Matcha et al (2020) reforzaron esta idea, señalando que “las visualizaciones útiles promueven la autorregulación, al permitir que los estudiantes identifiquen su propio progreso y ajusten estrategias de estudio” (p.40).

Este estudio refuerza la visión anterior y subraya que las visualizaciones más valiosas son aquellas que fomentan la autorregulación del estudiante. Al mostrar el avance de manera clara, los estudiantes pueden identificar sus fortalezas, reconocer debilidades y ajustar sus estrategias de estudio.

En consecuencia, los tableros no solo informan, sino que se convierten en instrumentos de aprendizaje activo, pues motivan al estudiante a participar en su propio proceso formativo en lugar de

depender únicamente del docente.

En la práctica, un tablero que muestra avances en matemáticas no debe limitarse a calificaciones finales; puede resaltar los errores más frecuentes, los ritmos de aprendizaje y las áreas donde conviene reforzar. De este modo, la visualización con IA se convierte en una guía pedagógica, y no solo en una fotografía estática del rendimiento.

En consecuencia, la clave está en que cada gráfico es una narrativa que puede evidenciar desigualdades, cuestionar prejuicios y visibilizar logros ocultos. Y es aquí donde la mirada transcompleja recuerda que visualizar implica también una responsabilidad ética en cómo se cuentan esas historias.

RECUERDA
"Visualizar con IA es descubrir lo invisible, pero también asumir la responsabilidad de cómo contamos esa verdad."

CONCLUSIONES

"La IA es brújula, pero el pensamiento transcomplejo es timón. Solo juntos nos permiten navegar la complejidad del conocimiento"

Hemos llegado al final de nuestro viaje. Partimos de un universo de datos caóticos y dispersos, navegamos por las aguas de la curación y la visualización y aprendimos a usar la Inteligencia Artificial como nuestra brújula más poderosa. En el camino, descubrimos que el conocimiento no es un destino inamovible, sino un horizonte en constante movimiento que solo podemos alcanzar al tomar el

timón con un pensamiento transcomplejo.

La investigación científica siempre ha sido un acto de búsqueda, una aventura marcada por preguntas más grandes que nuestras certezas. Hoy, en la era del dato, esa búsqueda adquiere una nueva dimensión: el universo digital entrega volúmenes infinitos de información y la Inteligencia Artificial se convierte en la brújula que permite navegar en ese océano.

Este libro recorrió tres estaciones fundamentales: Analizar datos con IA para revelar patrones invisibles y generar conocimiento donde antes solo había ruido. Curar datos para asegurar que la ciencia se edifique sobre bases sólidas, justas y libres de sesgos invisibles.

Visualizar datos como acto de descubrimiento, no de ornamento, donde el gráfico se convierte en relato científico y en puente con la sociedad. Pero más allá de la técnica, lo que aquí se defiende es una manera distinta de pensar la ciencia, una atravesada por el pensamiento transcomplejo. Analizar no es

reducir, curar no es solo depurar, visualizar no es adornar. Cada acción es parte de una red que integra lo técnico con lo humano, lo micro con lo macro, lo inmediato con lo global.

Autores como Turing, McCarthy, Hinton o Norvig dieron las bases técnicas de la IA. Pero también voces como Morin, Haraway o Benjamín recuerdan que los datos son más que cifras, son huellas culturales, éticas y políticas. Solo integrando ambas perspectivas se puede hablar de una investigación científica verdaderamente transformadora.

Por ello, el futuro de la ciencia no se escribirá únicamente en laboratorios cerrados o en líneas de código. Se escribirá en la capacidad de los investigadores de dialogar con la complejidad, de asumir que cada dato encierra historias y que cada descubrimiento abre nuevas responsabilidades.

Cabe resaltar que, la IA no reemplaza la curiosidad ni la pasión investigadora. No sustituye la duda ni el asombro, lo que hace es amplificarlos, multiplicar las posibilidades, abrir caminos donde

antes había fronteras. De ahí que, la responsabilidad recae en el hombre: ¿Usaremos esta herramienta para fragmentar aún más el conocimiento o para tejerlo en redes transcomplejas que reconozcan la pluralidad del mundo?

La convocatoria es clara, hacer ciencia con IA no es un acto mecánico, es ético, creativo y profundamente humano. Quien investiga con esta visión no solo descubre patrones; sino conexiones, historias, y futuros posibles. En este viaje, la IA es brújula, pero la mente crítica y transcompleja del investigador sigue siendo el timón.

Porque en última instancia, los datos pueden susurrar verdades, pero es el ser humano quien decide cómo escucharlas y qué hacer con estas. Por consiguiente, la conclusión del recorrido no puede ser otra que un llamado a la responsabilidad. La IA no es un fin en sí mismo, sino un medio que amplifica las posibilidades de la investigación científica.

Foltýnek et al (2019) advierten que las herramientas de detección de plagio deben usarse

como filtros iniciales, no como juicios definitivos. A su vez, Foltýnek et al (2020) demostraron que “su efectividad varía según idioma, disciplina y configuración, lo que obliga a los investigadores a combinar tecnología con revisión humana” (p.50).

En la práctica, un informe de similitud no resuelve por sí mismo los dilemas de autoría académica. Es la mirada del investigador la que pondera el contexto y las intenciones. Pardo y Siemens (2014) plantean “principios éticos de transparencia y proporcionalidad en analítica del aprendizaje, recordando que los estudiantes deben comprender qué datos se recogen y para qué se utilizan” (p.78).

Estos autores destacan que la analítica del aprendizaje no puede ser un proceso opaco. Subrayan la necesidad de transparencia, los estudiantes deben saber qué datos se recolectan, con qué finalidad y cómo serán usados.

Asimismo, la proporcionalidad implica que la cantidad y el tipo de datos recolectados deben estar

justificados pedagógicamente, evitando recopilar información excesiva o irrelevante. En términos prácticos, su propuesta busca fortalecer la confianza entre instituciones y estudiantes, y evitar que la analítica se perciba como un mecanismo de control unilateral.

De manera convergente, Slade y Prinsloo (2013) señalan que, “sin un marco ético, la innovación tecnológica corre el riesgo de transformarse en vigilancia educativa más que en apoyo pedagógico” (p.60). La advertencia central de estos autores es que la innovación tecnológica en educación puede derivar en un modelo de vigilancia si no está sustentada en principios éticos sólidos.

RECUERDA
"Investigar es un acto de amor por la humanidad y por la vida. La IA nos ofrece nuevas rutas, pero el destino lo seguimos eligiendo nosotros."

EPILOGO

"Investigar es un acto de amor por la humanidad. Los datos, cuando son cuidados, analizados y visualizados con sensibilidad, nos recuerdan quiénes fuimos, quiénes somos y quiénes podemos llegar a ser"

El libro que tienen en sus manos es el testimonio de un viaje. No de uno espacial o de una aventura en la selva, sino de una expedición mucho más profunda y significativa: el viaje al corazón del conocimiento humano.

A lo largo de estas páginas, hemos explorado cómo la Inteligencia Artificial se convierte en una aliada, una brújula precisa que orienta en la inmensidad de los datos. Pero, como hemos visto, una brújula no es nada sin la mano firme que sostiene el timón.

El verdadero poder de la investigación reside en el acto de amor que el ser humano le profesa a la verdad. Es uno que cura los datos de sus cegueras, que les devuelve su dignidad y que, con sensibilidad, escucha los susurros de la historia. En este diálogo constante entre la máquina y la humanidad, la ciencia no solo avanza, sino que florece.

Que este libro les sirva de recordatorio de que la IA es una herramienta, sí, pero que el motor de todo descubrimiento es la curiosidad y la pasión. Los datos son el pasado, el presente y el futuro de la humanidad. Al cuidarlos, al analizarlos y visualizarlos con el corazón, se está, en realidad, cuidando nuestra propia historia y construyendo un futuro que

nos merecemos. La aventura no termina aquí, de hecho, apenas comienza.

La ciencia siempre fue un viaje de asombro. Hoy, ese viaje se expande en un territorio nuevo: los datos, vastos, infinitos, cambiantes como el propio universo. Cada registro guarda la huella de una vida, de una estrella, de un átomo o de un planeta entero. La Inteligencia Artificial, lejos de ser un oráculo frío, se revela como una herramienta sensible, capaz de escuchar esos susurros escondidos en el ruido.

Por su parte, el investigador del futuro no será quien acumule más cifras, sino quien sepa tejer relaciones, porque en un dato genómico late la pregunta por la dignidad humana, en un gráfico climático se dibuja la historia de migraciones y esperanzas y en un registro clínico anónimo palpita la vida de comunidades enteras. Por ello, cada dato es una semilla, cada análisis, un gesto de interpretación.

Desde esta perspectiva, el pensamiento transcomplejo revela que el conocimiento no es

lineal ni plano, sino es entramado y tejido, red. Que la verdad no se conquista fragmentando, sino integrando. Que detrás de todo algoritmo hay elecciones humanas, y que la ética es tan indispensable como la técnica.

Por eso, este epílogo no es un cierre, sino un inicio. Una invitación a mirar los datos como organismos vivos, a tratarlos con cuidado, con respeto, con la humildad de quien sabe que la ciencia es apenas un hilo en el tapiz inmenso de la realidad.

A quienes se atrevan a investigar con IA, el llamado es claro, no teman a la complejidad, abrácenla. No reduzcan los datos a números mudos, escúchenlos en su pluralidad. No olviden que la inteligencia no es solo artificial ni solo humana: es un diálogo entre mundos, un puente entre la máquina y el misterio.

En este tiempo donde el conocimiento se multiplica, seamos custodios de su sentido. Que la ciencia del mañana no solo acumule verdades, sino

que las convierta en sabiduría compartida. Porque al final, investigar es un acto de amor por la humanidad y por la vida. Los datos, cuando son cuidados, analizados y visualizados con sensibilidad, no son cifras, son relatos que nos recuerdan quiénes fuimos, quiénes somos y quiénes podemos llegar a ser.

REFERENCIAS

Allensworth, E. M., y Easton, J. Q. (2007). *What matters for staying on-track and graduating in Chicago Public Schools*. Consortium on Chicago School Research at the University of Chicago.

Benjamin, R. (2019). *Race after technology: Abolitionist tools for the new Jim code*. Polity Press.

Bowers, A. J., Sprott, R & Taff, S. A. (2013). Do we know who will drop out? A review of the predictors of dropping out of high school: Precision, sensitivity, and specificity. *The High School Journal*, 96(2), 77–100.

Cleveland, W. S & McGill, R. (1984). Graphical perception: Theory, experimentation, and application to the development of graphical methods. *Journal of the American Statistical Association,* *79*(387), 531–554. https://doi.org/10.2307/2288400

Cooper, H. (2020). *Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach*. SAGE Publications.

Cormack, A. N. (2016). A data protection framework for learning analytics. *Journal of Learning Analytics*, 3(1), 91–106. https://doi.org/10.18608/jla.2016.31.6

Esteva, A., et al. (2019). A guide to deep learning in healthcare. Nature Medicine, 25(1), 24–29.

Foltýnek, T., et al. (2020). Testing of support tools for plagiarism detection. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(46), 1–19. https://doi.org/10.1186/s41239-020-00192-4

Foltýnek, T., Meuschke, N., & Gipp, B. (2019). Academic plagiarism detection: A systematic literature review. *ACM Computing Surveys*, 52(6), 112:1–112:42. https://doi.org/10.1145/3345317

Haraway, D. (1988). Situated knowledges: The science question in feminism and the privilege of partial perspective. *Feminist Studies, 14*(3), 575–599. https://doi.org/10.2307/3178066

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). *The difference between emergency remote teaching and online learning*. Educause Review.

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review, 27*(1), 1–12. https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning

Johnson, D. W., & Turner, J. C. (2019). *The impact of school climate on student achievement and well-being*. Routledge.

Jumper, J., et al. (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature*, 596(7873), 583–589.

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F y Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences,* 103, 102274.

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences, 103*, 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

Kitchin, R & Lauriault, T. P. (2014). *Towards critical data studies: Charting and unpacking data assemblages and their work*. The Programmable City Working Paper 2. Maynooth University.

Kizilcec, R. F., Piech, C y Schneider, E. (2013). Deconstructing disengagement: Analyzing learner subpopulations in MOOCs. *Proceedings of LAK* ,13, 170–179. https://doi.org/10.1145/2460296.2460330

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature, 521*(7553), 436–444. https://doi.org/10.1038/nature14539

Little, R. J. A y Rubin, D. B. (2019). *Statistical analysis with missing data*. Wiley.

Matcha, W., Gašević, D., Uzir, N. A., Jovanović, J y Pardo, A. (2020). A systematic review of empirical studies on learning analytics

dashboards: A self-regulated learning perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies,* 13(2), 226–245. https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2916802

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N & Shannon, C. E. (1956). *A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence*. Dartmouth College.

Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.

O'Keefe, C & O'Brien, D. (2018). *Data governance and data quality: Principles and practices*. Routledge.

O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown Publishing Group.

Overpeck, J. T & Cole, J. E. (2006). Abrupt change in Earth's climate system. *Annual Review of Environment and Resources*, 31, 1–31.

Pardo, A., y Siemens, G. (2014). Ethical and privacy principles for learning analytics. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 438–450. https://doi.org/10.1111/bjet.12152

Redman, T. C. (1996). *Data quality: Management and technology*. Bantam Books.

Roschelle, J., Penuel, W. R & Shechtman, N. (2006). Co-design of innovations with teachers: Definition and dynamics. *Proceedings of the 7th International Conference on Learning Sciences (ICLS)*, 606–612. International Society of the Learning Sciences.

Roschelle, J., Penuel, W. R y Shechtman, N. (2006). *Co-design of innovations with teachers: Definition and dynamics.* Proceedings of the 7th International Conference on Learning Sciences.

Rosling, H. (2010). *Factfulness: Ten reasons we're wrong about the world—and why things are better than you think*. Sceptre.

Russell, S. J y Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach*. Prentice Hall.

Schwendimann, B. A., Rodríguez-Triana, M. J., Vozniuk, A., Prieto, L. P., Boroujeni, M. S., Holzer, A., Gillet, D & Dillenbourg, P. (2017). Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research. *IEEE Transactions on Learning Technologies,* 10(1), 30–41. https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2599522

Shendure, J y Aiden, E. L. (2012). The expanding scope of DNA sequencing. *Nature Biotechnology*, 30(11), 1084–1094

Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist,* *57*(10), 1380–1400. https://doi.org/10.1177/0002764213498851

Slade, S., y Prinsloo, P. (2013). Learning analytics: Ethical issues and dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1509–1528. https://doi.org/10.1177/0002764213479366

Stocker, T. F et al. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis.* IPCC Report.

Tufte, E. R. (1997). *Visual explanations: Images and quantities, evidence and narrative*. Graphics Press.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind, 59*(236), 433–460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind, 59*(236), 433–460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

Van Buuren, S. (2018). *Flexible imputation of missing data.* CRC Press/Routledge. https://doi.org/10.1201/9780429492259

Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., y Santos, J. L. (2014). Learning analytics dashboards: The past, the present and the future. *Proceedings of LAK,* 14, 1–3 (y trabajos asociados). https://research.tue.nl/en/publications/learning-analytics-dashboard-applications

Wise, A. F & Cui, Y. (2018). Unpacking the relationship between discussion forum participation and learning in MOOCs: Content is key. *Proceedings of LAK*,18, 330–339. https://doi.org/10.1145/3170358.3170403

El libro está dirigido a investigadores, académicos y estudiantes que buscan herramientas para navegar la transcomplejidad científica del siglo XXI con rigor, creatividad y sensibilidad. A través de sus páginas, se exploran métodos y perspectivas que van más allá del análisis técnico de los datos, demostrando que la verdadera innovación reside en la conexión entre la capacidad de la inteligencia artificial y la profunda comprensión humana de los contextos sociales, éticos y epistemológicos que dan forma a nuestra realidad. Es una guía para aquellos que se atreven a mirar más allá de los números y a escuchar las historias que los datos, en su silencio, contienen.